



Docket No. 1232-5215

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): MURAKI, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/730,814

Examiner: TBA

Filed: December 8, 2003

For: CHARGED-PARTICLE-BEAM EXPOSURE APPARATUS AND METHOD OF CONTROLLING THE SAME

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Mail Stop  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

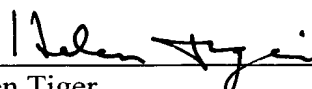
1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 5, 2004

By:

  
Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5215

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): MURAKI, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/730,814

Examiner: TBA

Filed: December 8, 2003

For: CHARGED -PARTICLE-BEAM EXPOSURE APPARATUS AND METHOD OF CONTROLLING SAME

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

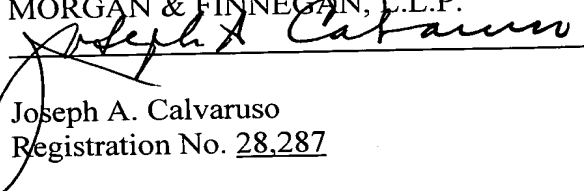
Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2002-362969  
Filing Date(s): December 13, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Dated: March 4, 2004

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:

  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 1 3 日  
Date of Application:

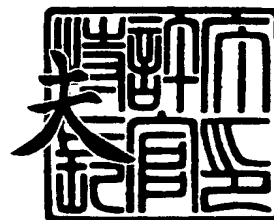
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 6 2 9 6 9  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 6 2 9 6 9 ]

出 願 人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):                  株式会社日立製作所  
                                 株式会社アドバンテスト

2 0 0 4 年    1 月    6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 225475

【提出日】 平成14年12月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 27/34

【発明の名称】 荷電粒子線露光装置及びその制御方法

【請求項の数】 17

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 村木 真人

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日  
立製作所中央研究所内

    【氏名】 上村 理

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバン  
テスト内

    【氏名】 高桑 真樹

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【特許出願人】

    【識別番号】 390005175

    【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

## 【代理人】

【識別番号】 100076428  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大塚 康德  
【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100112508  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 高柳 司郎  
【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115071  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大塚 康弘  
【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116894  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 木村 秀二  
【電話番号】 03-5276-3241

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 荷電粒子線露光装置及びその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 荷電粒子線を用いて基板を露光する荷電粒子線露光装置であって、

荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、

前記荷電粒子源から放射された荷電粒子線のうちの、基板の露光に利用されない領域において荷電粒子線の強度を検出する検出手段と、

前記検出手段による検出結果に基づいて荷電粒子線の強度分布を調整する調整手段と

を備えることを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項 2】 前記調整手段は、荷電粒子源から放射された荷電粒子線を略平行化するコリメータレンズを構成する電子レンズの光学的パワーを調整することを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 3】 前記荷電粒子線の強度分布が一様な状態において前記検出手段で検出された強度を基準値として記憶する記憶手段を更に備え、

前記調整手段は、前記検出手段で検出された強度と、前記基準値との差に基づいて荷電粒子の強度分布を調整することを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 4】 前記調整手段は、前記検出手段で検出される強度が前記基準値となるように荷電粒子の強度分布を調整することを特徴とする請求項 3 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 5】 露光対象である基板上における荷電粒子線の強度分布を測定する測定手段と、

前記測定手段で測定された強度分布に基づいて、荷電粒子線の強度分布が一様になるように調整した後に、前記検出手段で検出された荷電粒子線の強度を前記基準値に設定する設定手段とを更に備えることを特徴とする請求項 3 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 6】 前記調整手段は、前記検出手段で検出された強度と前記基準

値との差が許容値を超える場合に、基板への露光処理を停止し、荷電粒子線の強度分布の調整を実行することを特徴とする請求項 3 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 7】 複数の荷電粒子線によって前記基板を露光するべく、前記荷電粒子源からの荷電粒子線を複数の荷電粒子線に分割するための開口を複数有するプレートを更に備え、

前記検出手段は、前記プレートに照射される荷電粒子線のうちの、前記複数の開口の存在しない部分における複数箇所の強度を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 8】 前記荷電粒子源からの荷電粒子線をパターンに応じて通過させて前記基板を露光するためのステンシルマスクを更に備え、

前記検出手段は、前記ステンシルマスクのパターン領域以外の領域の荷電粒子線の、複数箇所の強度を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 9】 荷電粒子線を用いて基板を露光する荷電粒子線露光装置の制御方法であって、

荷電粒子源から放射された荷電粒子線のうちの、基板の露光に利用されない領域において荷電粒子線の強度を検出するべく設けられた検出器により、荷電粒子線の強度を検出する検出工程と、

前記検出工程による検出結果に基づいて荷電粒子線の強度分布を調整する調整工程と

を備えることを特徴とする荷電粒子線露光装置の制御方法。

【請求項 10】 前記調整工程は、荷電粒子源から放射された荷電粒子線を略平行化するコリメータレンズを構成する電子レンズの光学的パワーを調整することを特徴とする請求項 9 に記載の荷電粒子線露光装置の制御方法。

【請求項 11】 前記荷電粒子線の強度分布が一様な状態において前記検出器によって検出される強度を基準値として記憶する記憶工程を更に備え、

前記調整工程は、前記検出工程で検出された強度と、前記基準値との差に基づいて荷電粒子の強度分布を調整することを特徴とする請求項 9 に記載の荷電粒子

線露光装置の制御方法。

【請求項 1 2】 前記調整工程は、前記検出工程で検出される強度が前記基準値となるように荷電粒子の強度分布を調整することを特徴とする請求項 1 1 に記載の荷電粒子線露光装置の制御方法。

【請求項 1 3】 露光対象である基板上における荷電粒子線の強度分布を測定する測定工程と、

前記測定工程で測定された強度分布に基づいて、荷電粒子線の強度分布が一様になるように調整した後に、前記検出器で検出された荷電粒子線の強度を前記基準値に設定する設定工程とを更に備えることを特徴とする請求項 1 1 に記載の荷電粒子線露光装置の制御方法。

【請求項 1 4】 前記調整工程は、前記検出工程で検出された強度と前記基準値との差が許容値を超える場合に、基板への露光処理を停止し、荷電粒子線の強度分布の調整を実行することを特徴とする請求項 1 1 に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項 1 5】 前記荷電粒子線露光装置は、複数の荷電粒子線によって前記基板を露光するべく、前記荷電粒子源からの荷電粒子線を複数の荷電粒子線に分割するための開口を複数有するプレートを備え、

前記検出工程は、前記プレートに照射される荷電粒子線のうちの、前記複数の開口の存在しない部分における複数箇所の強度を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の荷電粒子線露光装置の制御方法。

【請求項 1 6】 前記荷電粒子線露光装置は、前記荷電粒子源からの荷電粒子線をパターンに応じて通過させて前記基板を露光するためのステンシルマスクを備え、

前記検出工程は、前記ステンシルマスクのパターン領域以外の領域の荷電粒子線の、複数箇所の強度を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の荷電粒子線露光装置の制御方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の荷電粒子線露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】



## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、主に半導体集積回路等の露光に用いられる電子線露光装置、イオンビーム露光装置等の荷電粒子線露光装置とその制御方法に関するものである。特に、電子線でウエハを直接パターン描画する電子ビーム露光装置、またはマスクを電子線で照明し、マスクからの電子線を縮小電子光学系を介してウエハに投影露光する電子ビーム露光装置に好適なものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

電子ビーム露光装置には、従来、ビームをスポット状にして使用するポイントビーム型、サイズ可変の矩形断面にして使用する可変矩形ビーム型の装置がある。

## 【0003】

ポイントビーム型の電子ビーム露光装置では単一の電子ビームを用いて描画するためスループットが低いので、主に研究開発用に使用されている。また、可変矩形ビーム型の電子ビーム露光装置は、ポイント型と比べるとスループットが1～2桁高いが、基本的には単一の電子ビームを用いて描画するため、0.1  $\mu\text{m}$  程度の微細なパターンが高集積度で詰まったパターンを露光する場合などではやはりスループットの点で問題が多い。

## 【0004】

この問題点を解決する装置として、描画するパターンをステンシルマスクにパターン透過孔として形成し、ステンシルマスクを電子ビームで照明することにより、縮小電子光学系を介して描画するパターンを試料面に転写するステンシルマスク型の電子ビーム露光装置がある。また、複数の開口を有する基板を電子ビームで照明し、複数の開口からの複数の電子ビームを試料面に照射し、その複数の電子ビームを偏向させて試料面を走査させるとともに、描画するパターンに応じて複数の電子ビームを個別にon/offしてパターンを描画するマルチ電子ビーム型露光装置がある。双方とも一度に露光する面積すなわち露光面積が従来にくらべ広い為、スループットがより改善できるという特徴がある。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ステンスルマスク型の電子ビーム露光装置においては、ステンスルマスクを照明する電子ビームの照明域における強度が不均一であると転写されるパターンが歪んでしまう。また、マルチ電子ビーム型露光装置においては、複数の電子ビームに強度のばらつきがあると描画されるパターンが歪むという問題がある。特に、露光処理中に、電子ビームの強度分布が変化して不均一になったり、複数の電子ビームに強度のばらつきが出でくると、半導体集積回路の生産の歩留まりが低下する。

## 【0006】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、露光中においても荷電粒子線の均一性を評価して荷電粒子線の強度分布を適切に制御することにより、信頼性の高い荷電粒子線露光を実現することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決しようとする手段】

上記の目的を達成するための本発明による荷電粒子線露光装置は以下の構成を備える。すなわち、

荷電粒子線を用いて基板を露光する荷電粒子線露光装置であって、

荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、

前記荷電粒子源から放射された荷電粒子線のうちの、基板の露光に利用されない領域において荷電粒子線の強度を検出する検出手段と、

前記検出手段による検出結果に基づいて荷電粒子線の強度分布を調整する調整手段とを備える。

## 【0008】

また、上記の目的を達成するための本発明による荷電粒子線露光装置の制御方法は、

荷電粒子線を用いて基板を露光する荷電粒子線露光装置の制御方法であって、

荷電粒子源から放射された荷電粒子線のうちの、基板の露光に利用されない領域において荷電粒子線の強度を検出するべく設けられた検出器により、荷電粒子

線の強度を検出する検出工程と、

前記検出工程による検出結果に基づいて荷電粒子線の強度分布を調整する調整工程とを備える。

#### 【0009】

#### 【発明の実施の形態】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。なお、以下の実施形態では、荷電粒子線露光装置の一例として電子線露光装置に本発明を適用した例を示す。但し、電子線に限らずイオンビームを用いた露光装置にも同様に適用できることは言うまでもない。

#### 【0010】

#### 〈第1実施形態〉

#### ＜電子ビーム露光装置の構成要素説明＞

図1は第1実施形態による電子線露光装置の要部概略図である。

#### 【0011】

図1において、電子銃（図示せず）で発生した電子線はクロスオーバ像を形成する。以下、このクロスオーバ像を電子源1と記す。この電子源1から放射される電子線は、コリメータレンズ2によって略平行の電子ビームとなる。略平行な電子ビームは複数の開口を有するプリアパチャーアレイ3を照明する。コリメータレンズ2は、静電型電子レンズ2a、2b、2cで構成されている。そして、電子レンズ2a、2b、2cの少なくとも2つの電子レンズの電子光学的パワー（焦点距離）を調整することにより、プリアパチャーアレイ3を照明する電子ビームの強度分布を調整することを可能にしている。

#### 【0012】

図2に示すように、プリアパチャーアレイ3は、小さい開口3aと大きい開口3bとをそれぞれ複数有する。小さい開口3aのそれぞれの直下には、電流検出器を備えた電流検出器アレイ4が設けられており、開口3aを通過した電流（電子ビーム）を検出できる。一方、大きい開口3bを通過した電子線は、さらにアパチャー・アレイ5に照射される。図3に示すように、アパチャー・アレイ5は、開口5aを複数有し、その大きさは、プリアパチャーアレイ3の大きい開口3

bより小さい。よって、アパチャー・アレイ5に照射される開口3bからの電子ビームは、開口5aによってそのビーム形状を整形される。

#### 【0013】

図1に戻り、アパーチャアレイ5を通過した複数の電子ビームは、静電レンズが複数形成された静電レンズ・アレイ6により、電子源1の中間像を形成する。中間像面には、ブランカーが複数形成されたブランカー・アレイ7が配置されている。

#### 【0014】

中間像面の下流には、2段の対称磁気タブレット・レンズ81、82で構成された縮小投影系8があり、複数の中間像をウェハ9上に投影する。このとき、ブランカーアレイ7で偏向された電子ビームは、ブランキングアパーチャBAによって遮断されるため、ウェハ9には照射されない。一方、ブランカーアレイ7で偏向されない電子ビームは、ブランキングアパーチャBAによって遮断されないため、ウェハ9に照射される。

#### 【0015】

下段のダブレット・レンズ82内には、複数の電子線を同時にX、Y方向の所望の位置に変位させるための主偏向器10が配置されている。11はウェハ9を搭載し、光軸と直交するXY方向に移動可能なXYステージである。XYステージ11上にはウェハ9を固着するための静電チャック12と、電子線の露光電流量を測定するためのファラデーカップ13が配置されている。

#### 【0016】

##### <制御システム構成の説明>

次に第1実施形態の電子ビーム露光装置における制御システム構成を図4を参照して説明する。

#### 【0017】

図4において、コリメータレンズ制御回路41は、コリメータレンズ2を構成する電子レンズ2a、2b、2cのうちの少なくとも2つの電子レンズの電子光学的パワー（焦点距離）を調整することにより、プリアパチャーアレイ3を照明する電子ビームの強度分布を制御する回路である。電流分布検出回路42は、電

流検出器アレイ 4 からの信号を処理する回路である。ブランカーアレイ制御回路 4 3 は、ブランカーアレイ 7 を構成する複数のブランカーを個別に制御する回路である。主偏向器制御回路 4 4 は、主偏向器 1 0 を制御する回路、電流検出回路 4 5 は、ファラデーカップ 1 3 からの信号を処理する回路である。ステージ駆動制御回路 4 6 は、ステージの位置を検出する不図示のレーザ干渉計と共同してステージ 1 1 を駆動制御する制御回路である。主制御系 4 7 は、上記回路を制御し、電子ビーム露光装置全体を管理する。

#### 【0018】

##### <動作の説明>

次に、図 5 を用いて第 1 実施形態による電子ビーム露光装置の動作について説明する。電子ビーム露光装置によるウエハの露光処理のために、主制御系 2 2 は図 5 に示す各ステップを実行する。

#### 【0019】

[ステップ S 1] 主制御系 4 7 は、プリアパーチャアレイ 3 及びアパーチャアレイ 5 によって形成される複数の電子ビームのうち、ウエハに到達させる一つの電子ビームを選択し、その電子ビームだけがウエハを照射するようにブランカーアレイ制御回路 4 3 を制御する。このとき、ステージ駆動制御回路 4 6 によって X Y ステージ 1 1 を駆動させ、ウエハ上に到達するべく選択された電子ビームの近傍にファラデーカップ 1 3 を移動させ、選択された電子ビームの電流を検出する。他の電子ビームについても同様に順次測定し、アパーチャアレイによって形成される複数の電子ビームの全ての照射電流を記憶する。

#### 【0020】

[ステップ S 2] 主制御系 4 7 は、ステップ S 1 で記憶された全ての電子ビームの照射電流に基づいて、実際にプリアパーチャアレイ 3 に照明される電子ビームの強度分布を求める。そして、求められた強度分布に基づいて、各電子の照射電流が均一になるようにコリメータレンズ 2 を調整する。すなわち、コリメータレンズ制御回路 4 1 に命じ、コリメータレンズ 2 を構成する電子レンズ 2 a、2 b、2 c の少なくとも 2 つの電子レンズの光学的パワーを調整する。

#### 【0021】

〔ステップS3〕次に、主制御系47は、ステップS2による調整を終えた状態における、電流検出器アレイ4による電流検出結果を基準値として記憶する。すなわち、電流分布検出回路42に命じ、電流検出器アレイ4を構成する電流検出器の各検出結果を基準値として記憶する。

【0022】

〔ステップS4〕ウエハ9をステージ11に搬入する。

【0023】

〔ステップS5〕主制御系47は、ウエハ9に対する露光処理を実行する。すなわち、主偏向制御回路44に命じ、主偏向器10によって、複数の電子ビームを一括して偏向させるとともに、ブランカーアレイ制御回路43に命じ、露光パターンに応じて各電子ビームをon/offさせ、ウエハ9を露光する。このとき、XYステージ11はX方向に連続移動している。

【0024】

〔ステップS6〕上記露光処理中において、主制御系47は、電流分布検出回路42に命じ、電流検出器アレイ4を構成する電流検出器によって電流を検出する。

【0025】

〔ステップS7〕主制御系47は、ステップS6において各電流検出器から得られた電流値とステップS3で設定した基準値との差を計算し、これを許容値と比較する。差が許容値を超えている場合は、電子ビームの強度分布に許容範囲を超える不均一さが発生しているものと判断する。よって処理はステップS8へ進み、電子ビームの強度分布が均一になるように再調整を行なう。一方、差が許容値を超えていなければ、ステップS9に進み、露光処理を継続する。

【0026】

〔ステップS8〕主制御系47は、露光処理を停止し、電流検出器アレイ4の各電流検出器で検出される電子ビームの照射電流が基準値になるようにコリメータレンズ2を調整する。すなわち、コリメータレンズ制御回路41に命じ、コリメータレンズ2を構成する電子レンズ2a、2b、2cの少なくとも2つの電子レンズの光学的パワーを調整する。電流検出器アレイ4を構成する電流検出器の

測定結果が基準値になるようにコリメータレンズ 2 を調整すれば、実際にプリアパーチャアレイ 3 に照明される電子ビームの強度分布は元のように（ステップ S 2 で調整された時点のように）一様なものとなる。なお、露光処理の停止は、ブランカーアレイで複数の電子ビームの全部を変更することにより、ウエハに電子ビームが到達しないようにする。

#### 【0027】

[ステップ S 9] ウエハ 9 の全面について露光を完了したかどうか判断し、完了していなければステップ S 5 へ戻る。完了していれば、ステップ S 10 へ進む。

#### 【0028】

[ステップ S 10] ウエハ 9 をステージ 11 から搬出し、本処理を終了する。本実施形態では、電子ビームの照射電流が基準値になるようにコリメータレンズ 2 を調整しているが、ウエハを露光する際、各電子電子ビームの照射時間を調整して、ウエハに照射される電流の積分値を許容値内にしてもかまわない。

#### 【0029】

以上説明したように第 1 実施形態によれば、電流検出器アレイ 4 によって、プリアパーチャアレイ上を照明する電子ビームのうち、ウエハの露光に用いない部分の電流値（強度）を測定することにより、露光中の電子ビームの強度分布を評価することができる。そして、この評価結果に基づいてコリメータレンズを制御してプリアパーチャアレイ上を照明する電子ビームの強度分布を均一に保つ。このため、形成される複数の電子ビームの強度を均一に保つことができ、歩留まりと生産性が向上する。

#### 【0030】

##### 〈第 2 実施形態〉

図 6 は本発明に係る実施形態 2 の電子ビーム露光装置を示す図である。同図中、図 1 と同一構成要素には同一符号を付し、その説明は省略する。なお、第 2 実施形態では、ステンシルマスク型の電子ビーム露光装置について説明する。

#### 【0031】

電子源 1 からの電子ビームは、その前側焦点位置が電子源 1 の光源位置にある

コリメータレンズ 2 によって略平行の電子ビームとなる。略平行な電子ビームはステンシルマスク 50 を照明する。ステンシルマスク 50 は、電子ビームを透過する部分と透過しない部分とでパターンが形成されているパターン部分 50 a (図 7) と、それ以外の領域とで構成される。

#### 【0032】

コリメータレンズ 2 は、電子レンズ 2 a、2 b、2 c で構成されている。そして、電子レンズ 2 a、2 b、2 c の少なくとも 2 つの電子レンズの電子光学的パワー（焦点距離）を調整することにより、ステンシルマスク 50 に照明される電子ビームの強度分布を調整することを可能にしている。そして、ステンシルマスク 50 の形成されたパターン部分 50 a からの電子ビームを縮小投影系 8 によってウエハ 9 上に縮小投影する。

#### 【0033】

また、図 7 に示すように、ステンシルマスク 50 には、パターン部分 50 a 以外の場所に複数の開口 50 b が形成されている。この開口 50 b のそれぞれの直下には、電流検出器を具備した電流検出器アレイ 40 が設けられており、開口 50 b を通過した電流を検出できるようになっている。

#### 【0034】

##### <動作の説明>

次に、図 8 を用いて第 2 実施形態による電子ビーム露光装置の動作について説明する。なお、制御システムの構成は第 1 実施形態（図 4）と同様であり、制御系 40 は、電子ビーム露光装置によるウエハ処理のために、下記のステップを実行する。

#### 【0035】

[ステップ S 21] ステンシルマスク 50 に照明される電子ビームの強度分布を求めるために、ピンホールを介して電子ビームを検出するファラデーカップ 13 を用いて、各位置の電流を検出する。具体的には、ステンシルマスク 50 を装置に装着する前に、XY ステージ 11 を駆動させながら、ファラデーカップ 13 で電子源 1 から照射される電子ビームによる電流を、複数箇所にて検出する。そして、ファラデーカップ 10 で検出した各位置の照射電流を記憶する。



## 【0036】

[ステップS22] ステップS21で記憶された、各位置の照射電流に基づいて、実際にステンシルマスク50に照明される電子ビームの強度分布を求める。そして、求められた強度分布に基づいて、ステンシルマスク50に照明される照射電流が一様になるように、コリメータレンズ2を構成する電子レンズ2a、2b、2cの少なくとも2つの電子レンズの光学的パワーを調整する。

## 【0037】

[ステップS23] ステップS22によって強度分布が調整された状態で、電流検出器アレイ40を構成する電流検出器による各検出結果を基準値として記憶する。

## 【0038】

[ステップS24] ウエハ9をステージ11に搬入する。

## 【0039】

[ステップS25] ステンシルマスク50上のパターン部分50aからの電子ビームを縮小投影系8によってウエハ9上に縮小投影する。そして、XYステージ11をステップ駆動させ、ウエハ9にパターンを順次縮小投影する。

## 【0040】

[ステップS26] 露光中、電流検出器アレイ4を構成する電流検出器によって、電子ビームによる電流を検出する。

## 【0041】

[ステップS27] 主制御系47は、ステップS26において各電流検出器から得られた電流値とステップS23で設定した基準値との差を計算し、これを許容値と比較する。差が許容値を超えている場合は、電子ビームの強度分布に許容範囲を超える不均一さが発生しているものと判断する。よって処理はステップS28へ進み、電子ビームの強度分布が均一になるように再調整を行なう。一方、差が許容値を超えていなければ、ステップS29に進み露光処理を継続する。

## 【0042】

[ステップS28] 主制御系47は、露光処理を停止し、電流検出器アレイ4の各電流検出器で検出される電子ビームの照射電流が基準値になるようにコリメ

ータレンズ2を調整する。すなわち、コリメータレンズ制御回路41に命じ、コリメータレンズ2を構成する電子レンズ2a、2b、2cの少なくとも2つの電子レンズの光学的パワーを調整する。電流検出器アレイ4を構成する電流検出器の測定結果が基準値になるようにコリメータレンズ2を調整すれば、実際にプリアパーチャアレイ3に照明される電子ビームの強度分布は元のように（ステップS2で調整された時点のように）一様なものとなる。

#### 【0043】

〔ステップS29〕 ウエハ9の全面について露光を完了したかどうか判断し、完了していなければステップS25へ戻る。完了していれば、ステップS30へ進む。

#### 【0044】

〔ステップS30〕 ウエハ9をステージ11から搬出し、本処理を終了する。

#### 【0045】

以上説明したように、第2実施形態によれば、電流検出器アレイ4によって、ステンシルマスク上を照明する電子ビームのうち、ウエハの露光に用いない部分の電流値（強度）を測定することにより、露光中の電子ビームの強度分布を評価することができる。そして、この評価結果に基づいてコリメータレンズを制御してステンシルマスク上を照明する電子ビームの強度分布を均一に保つ。このため、パターンを形成する電子ビームの強度を均一に保つことができ、歩留まり及び生産性が向上する。

#### 【0046】

〈第3実施形態〉

（デバイスの生産方法）

次に上記説明した電子線露光装置を利用したデバイスの生産方法の実施形態を説明する。

#### 【0047】

図9は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（露光制御データ作

成)では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作成する。一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意した露光制御データが入力された露光装置とウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

#### 【0048】

図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によって回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

#### 【0049】

本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを低コストに製造することができる。

#### 【0050】

以上説明したように、上記各実施形態によれば、荷電粒子線露光装置において、例えば露光中においても、荷電粒子線の強度分布均一性を評価でき、信頼性の高い荷電粒子線露光装置を提供することができる。また、この装置を用いてデバイスを製造すれば、従来以上に歩留まりの高いデバイスを製造することができる。

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、露光中においても荷電粒子線の均一性を評価して荷電粒子線の強度分布を適切に制御することができ、信頼性の高い荷電粒子線露光を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施形態による電子ビーム露光装置の要部概略を示す図である。

【図2】

図1の電子ビーム露光装置におけるプリアパーチャアレイを詳細に説明する図である。

【図3】

図1の電子ビーム露光装置におけるアパーチャアレイを詳細に説明する図である。

【図4】

第1実施形態による電子ビーム露光装置のシステム構成を説明する図である。

【図5】

第1実施形態の露光装置による露光処理を説明するフローチャートである。

【図6】

第2実施形態による電子ビーム露光装置の要部概略を示す図である。

【図7】

第2実施形態によるステンシルマスクを説明する図である。

【図8】

第2実施形態による露光処理を説明するフローチャートである。

【図9】

デバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

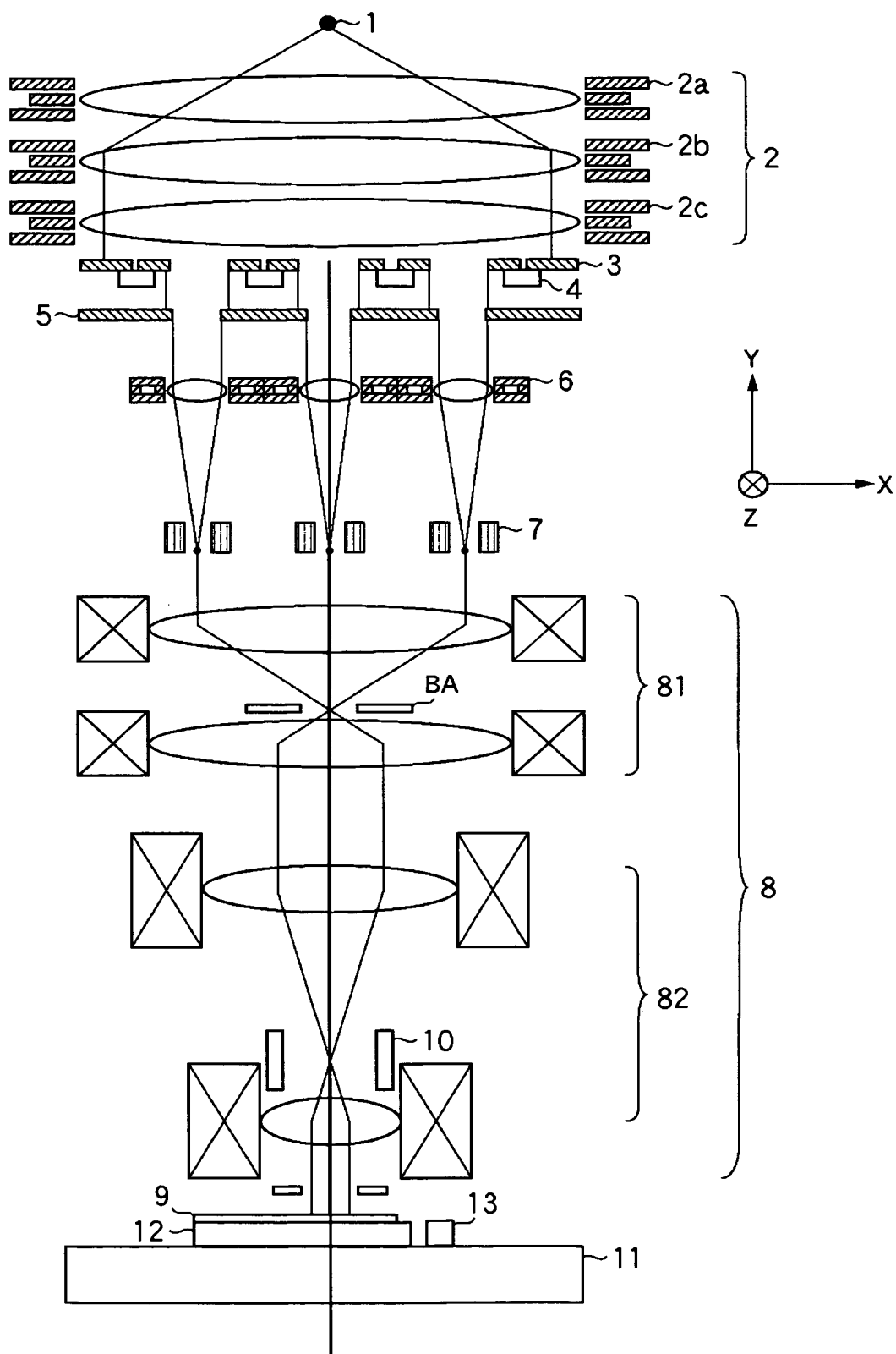
【図10】

ウェハープロセスを説明する図である。

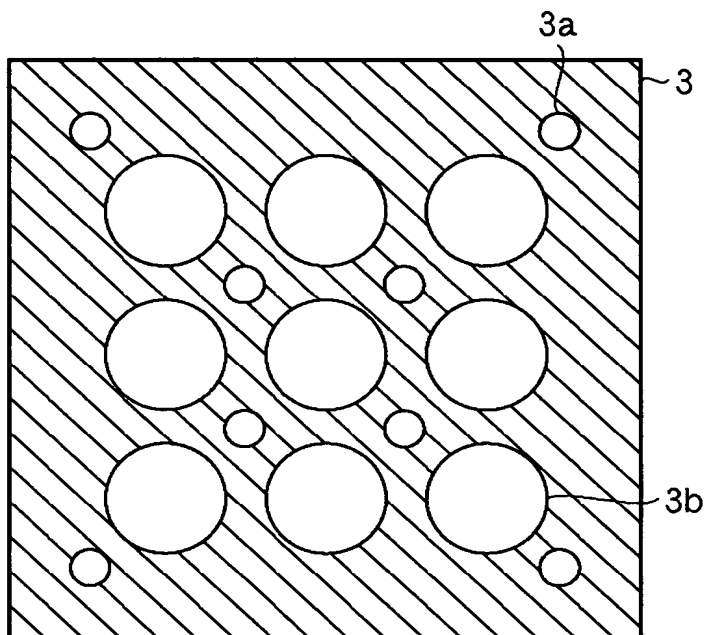
【書類名】

図面

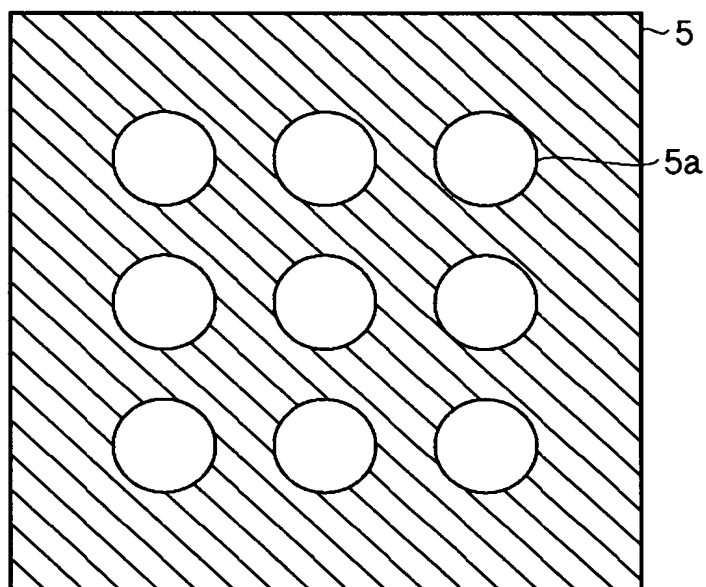
【図 1】



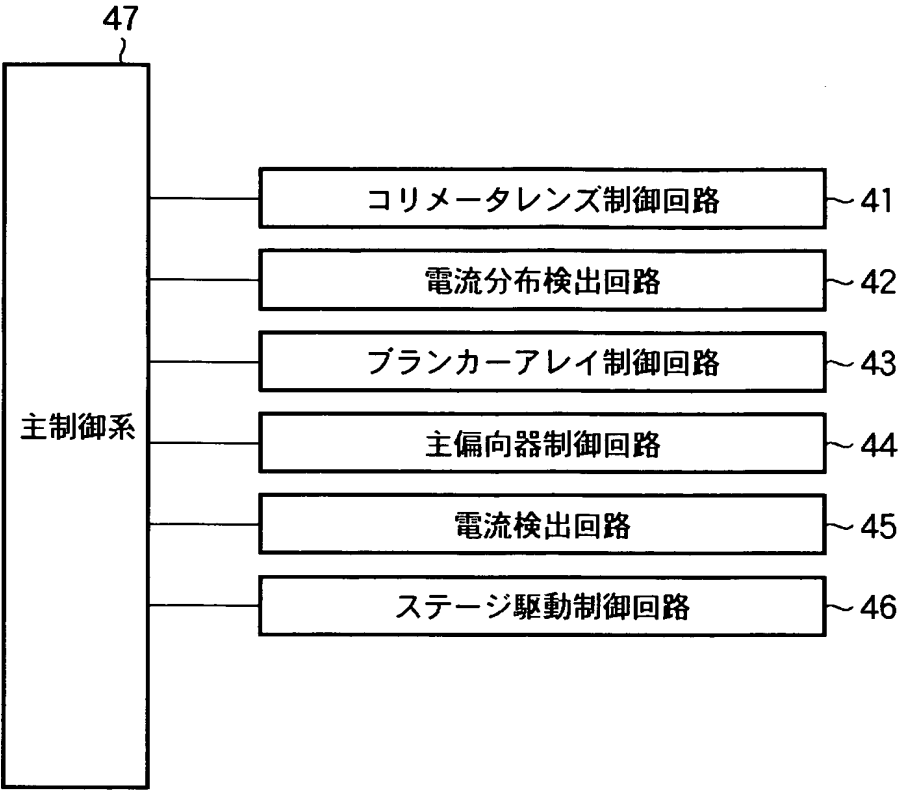
【図 2】



【図 3】

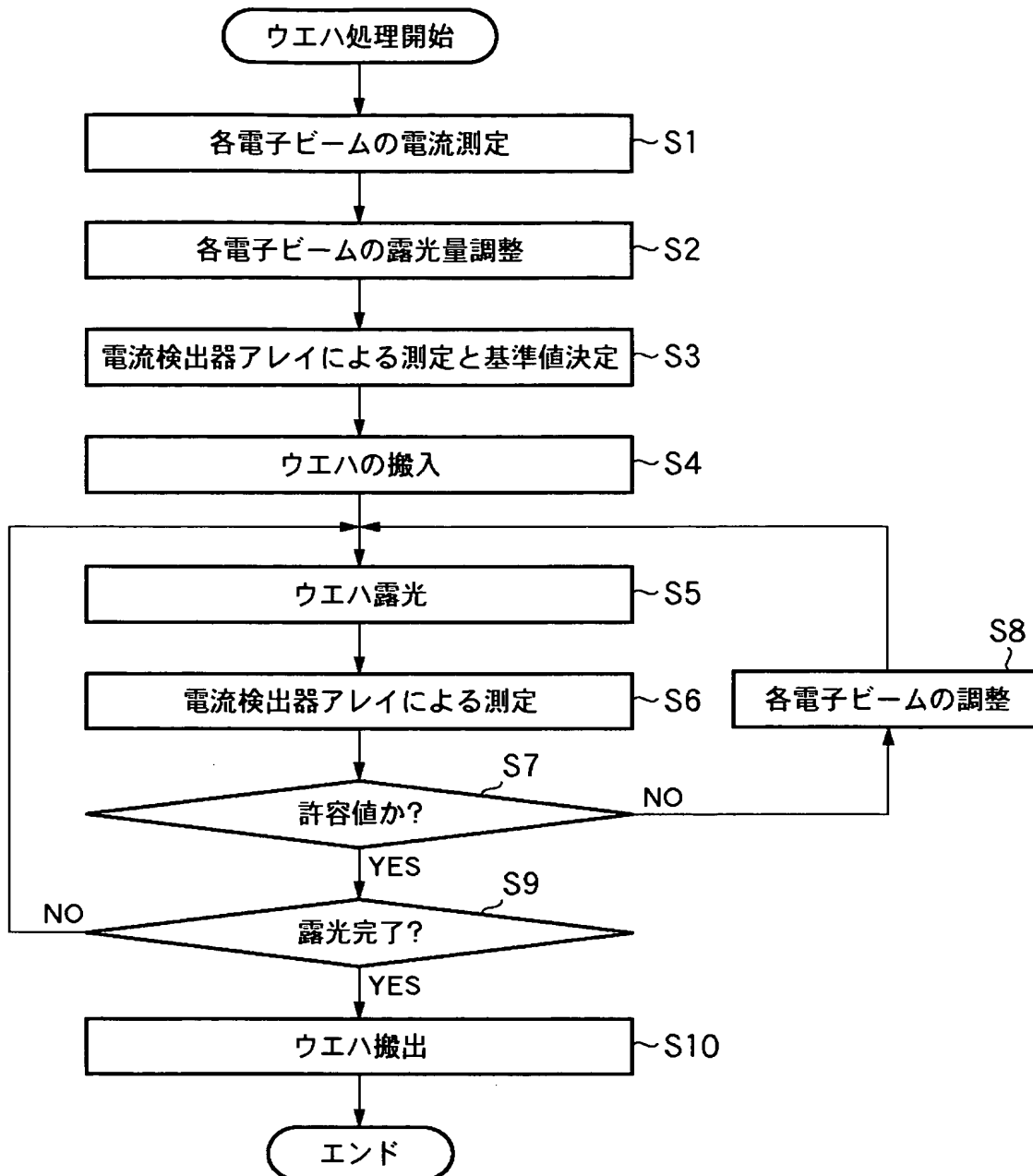


【図 4】

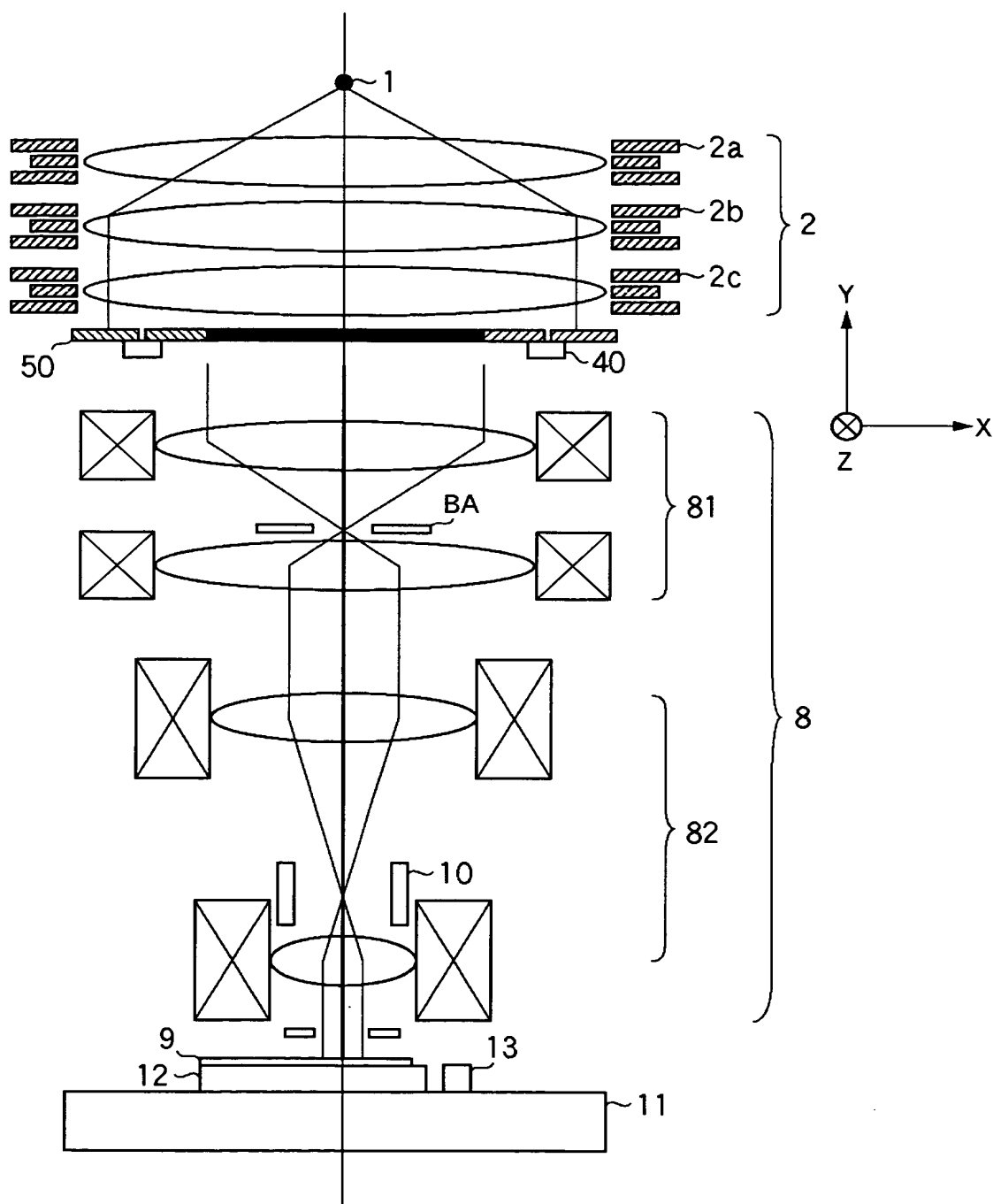




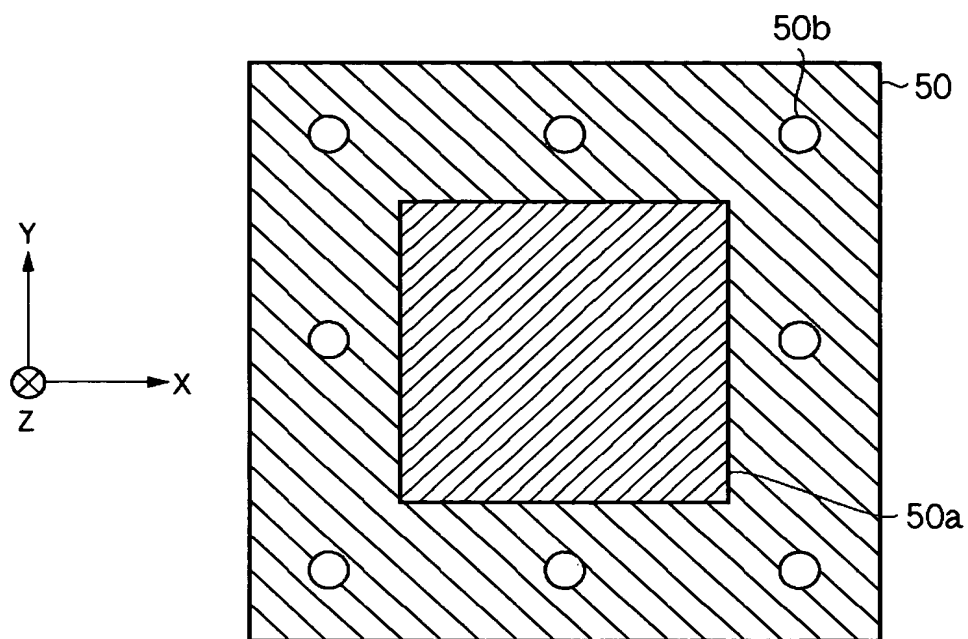
【図 5】



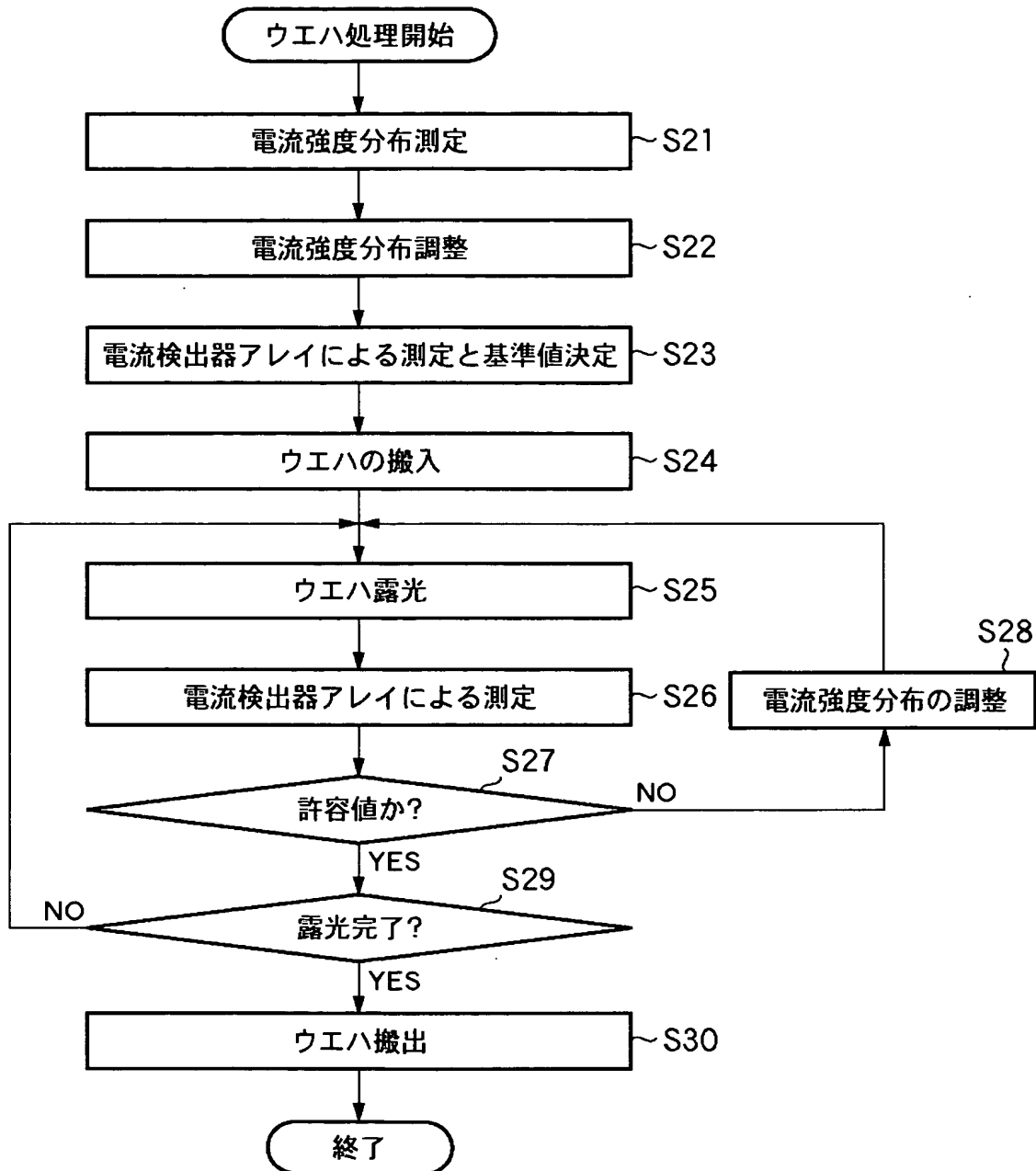
【図 6】



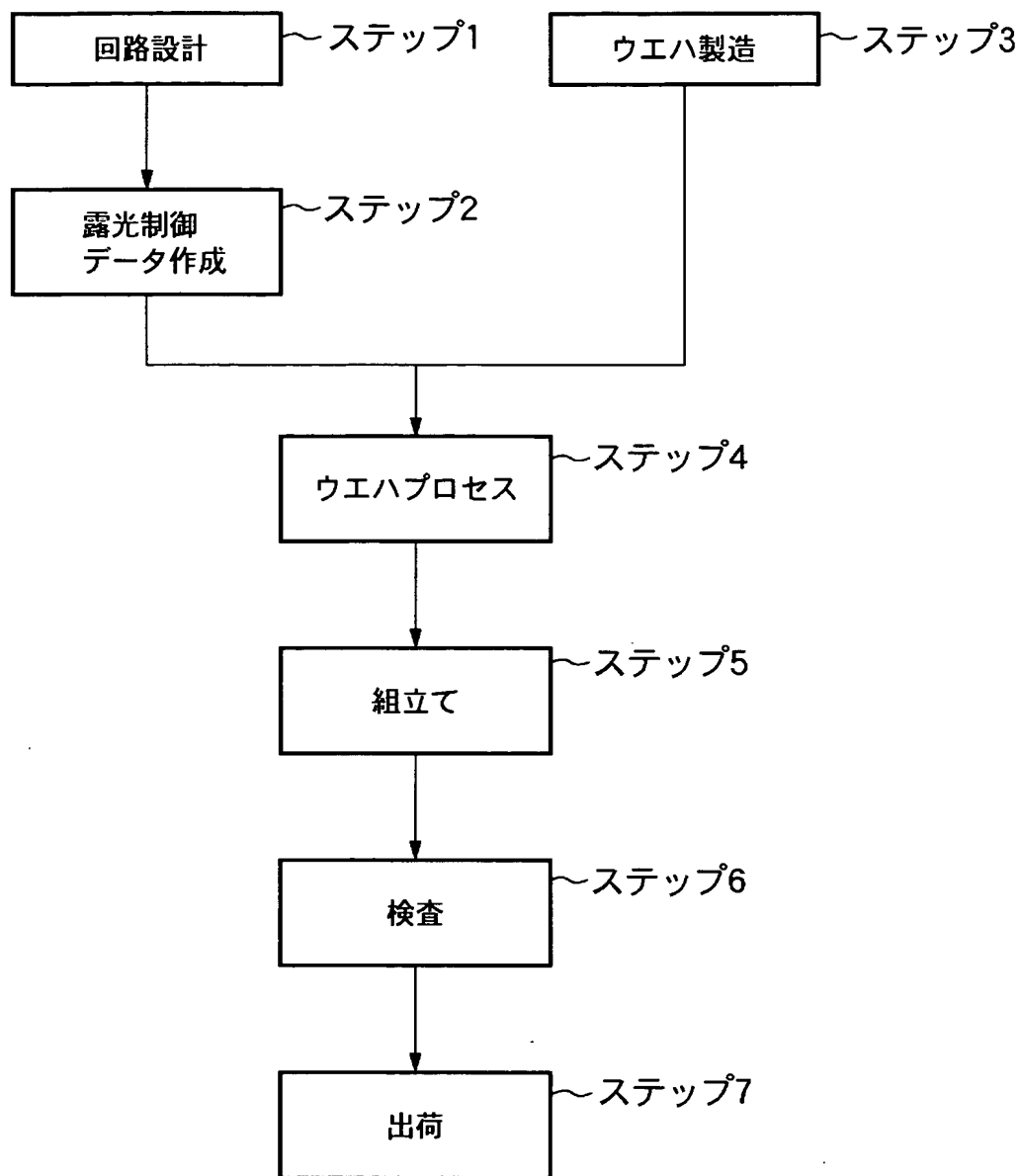
【図 7】



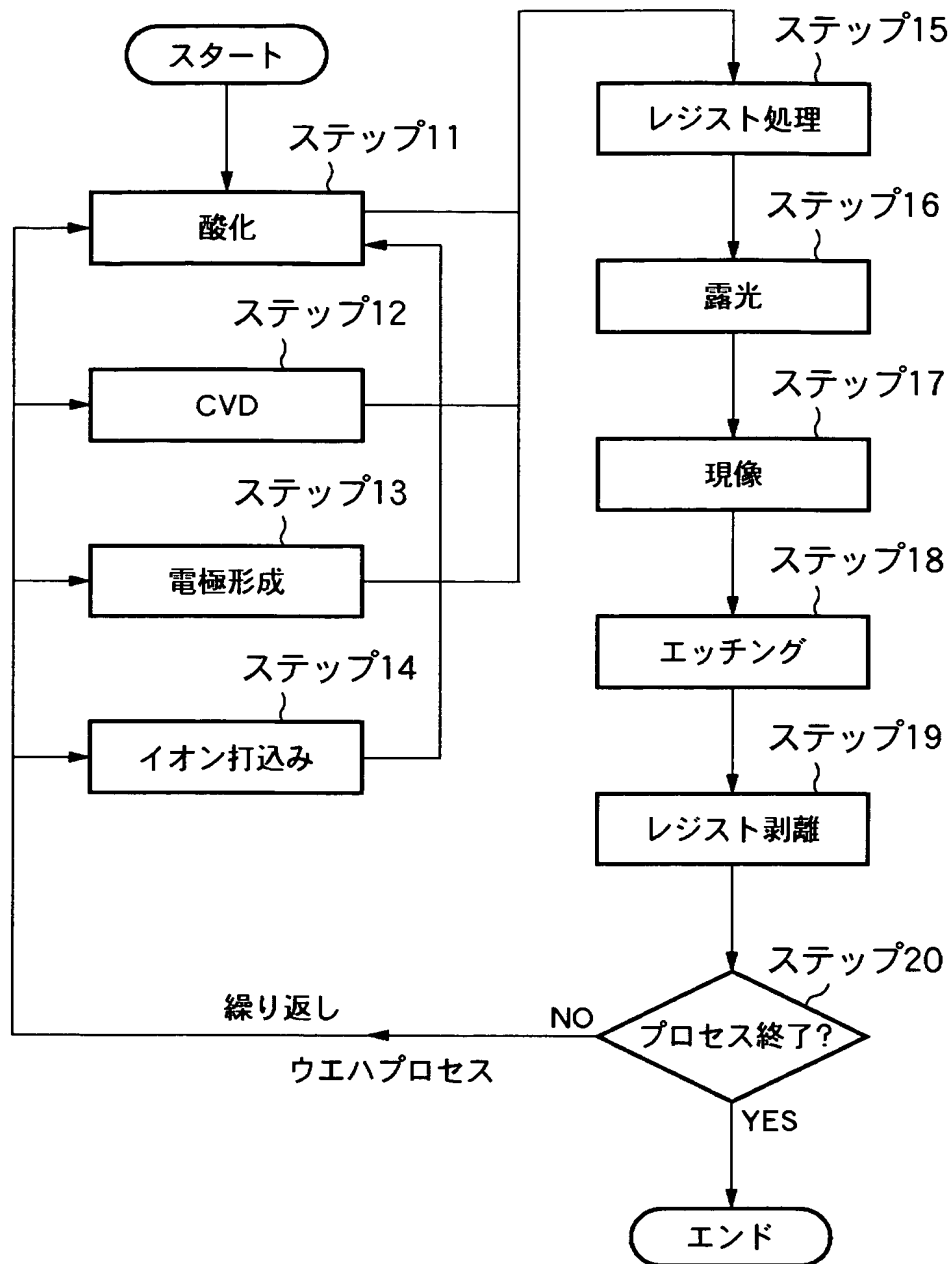
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 露光中においても荷電粒子線の均一性を評価して荷電粒子線の強度分布を適切に制御することを可能とし、信頼性の高い荷電粒子線露光を実現する。

【解決手段】 荷電粒子線を用いてウエハ 9 を露光する荷電粒子線露光装置において、荷電粒子源としての電子源 1 から放射される電子ビームはコリメータレンズ 2 において略平行にされ、アパーチャアレイ 3 に照射される。アパーチャアレイ 3 はウエハの露光に用いる複数の電子ビームを形成する開口を有する。電流検出器アレイ 4 は、アパーチャアレイ 3 の上記開口以外の部分において電子ビームの強度（電流）を計測する電流検出器を有する。露光動作中に、電流検出器アレイ 4 の各電流検出器は電子ビームの強度を計測する。この計測結果に基づいて電子ビームの強度分布が評価され、必要に応じて、コリメータレンズ 2 を構成する電子レンズの光学的パワーが調整され、電子ビームの強度分が一様化される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 6 2 9 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社



特願 2 0 0 2 - 3 6 2 9 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所

特願 2 0 0 2 - 3 6 2 9 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 5 1 7 5 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト